

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-256851

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

F01N 3/08
B01D 53/56
B01D 53/74
B01J 19/08

(21)Application number : 2001-056796

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 01.03.2001

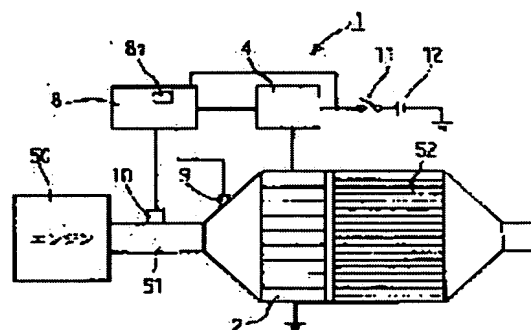
(72)Inventor : ARAKAWA MIYAO

(54) EXHAUST GAS PURIFIER OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exhaust gas purifier of an internal combustion engine 1 capable of improving the purification efficiency of the exhaust gas by effectively supplying electric power to the electric discharge part.

SOLUTION: In this controller 8, the mean electron energy obtained from each component e (electron quantity) at a discharge field, V (electric voltage value applied between the surface parts of each discharge part opposing with each other), λ (free path of electron) and Gap (distance between the surface parts of each discharge part opposing with each other) is taken into consideration and the mean electron energy at 6 eV as the reaction energy enough to generate a plurality of kind of radicals including O radical requiring the purification of the exhaust gas is provided. V is determined to be the mean electron energy 6 eV from a map data of the temperature, the pressure and V at the discharge field 7 satisfying the mean electron energy 6 eV previously stored in a first memory part 8a and each signal from a temperature sensing part 9 and a pressure sensing part 10, and this V is applied to a plasma generator 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-256851
(P2002-256851A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

F 0 1 N 3/08

F 0 1 N 3/08

C 3 G 0 9 1

B 0 1 D 53/56

B 0 1 J 19/08

E 4 D 0 0 2

53/74

B 0 1 D 53/34

1 2 9 C 4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-56796 (P2001-56796)

(22) 出願日 平成13年3月1日 (2001.3.1)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 荒川 宮男

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100096998

弁理士 碓氷 裕彦 (外1名)

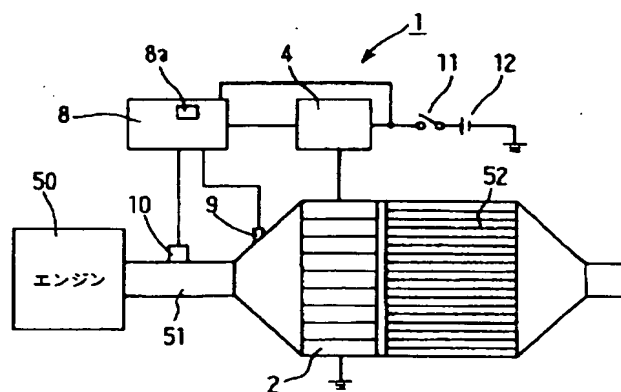
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 効率的に放電部へ電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置 1 を提供する。

【解決手段】 放電場における各構成要素 e (電子量)、 V (対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値)、 λ (電子の自由行程)、 $G a p$ (対向する各放電部の表面部間距離) から求まる平均電子エネルギーを考慮し、かつこの平均電子エネルギーを排ガスの浄化に必要なラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足りる反応エネルギーとして平均電子エネルギーを $6 e V$ に設定する制御部 8 を有する。例えば、制御部 8 は予め第 1 メモリ部 8 a に格納した平均電子エネルギー $6 e V$ を満足する放電場 7 における温度、圧力、および V とのマッピングデータと、温度検知部 9 および圧力検知部 10 からの各信号とから平均電子エネルギー $6 e V$ となる V を求め、プラズマ発生装置 2 にこの V を印加する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排ガスが流れる流路を挟んで複数の放電部を対向配置させ、前記流路内で放電を発生させることで排ガスを浄化する内燃機関の排気浄化装置において、

排ガスの浄化に必要な化学反応を発生させる加速電子のエネルギー値に対応して、前記放電部にて発生させる加速電子の平均電子エネルギーを所定値に設定することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 排ガスの浄化に必要な化学反応として、
○ラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足る反応エネルギーを前記所定値の平均電子エネルギーとなるように設定したことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記放電部間の隙間寸法および前記放電部間に加える電圧値が設定されることで平均電子エネルギーを前記所定値に設定したこと特徴とする請求項 1 ないし請求項 2 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記放電部の放電環境状態を示す少なくとも 1 つの環境情報を検知する検知手段と、
前記所定値の平均電子エネルギーとなる前記放電部の前記環境情報と前記放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する記憶手段と、
前記放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、
前記制御手段は、前記検知手段よりの信号に基づき前記放電部間に加える電圧値を可変して前記所定値の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 前記検知手段の一部である前記放電部の温度を検知する温度検知手段と、
前記所定値の平均電子エネルギーとなる前記放電部の温度と前記放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第 1 記憶手段と、
前記放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、
前記制御手段は、前記温度検知手段よりの信号に基づき前記放電部間に加える電圧値を可変して前記所定値の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 前記検知手段の一部である前記放電部の圧力を検知する圧力検知手段と、
前記所定値の平均電子エネルギーとなる前記放電部の圧力と前記放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第 2 記憶手段と、
前記放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、
前記制御手段は、前記圧力検知手段よりの信号に基づき

前記放電部間に加える電圧値を可変して前記所定値の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 前記所定値の平均電子エネルギーは、5 eV から 7 eV の間に設定されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の排気浄化装置。

【請求項 8】 前記所定値の平均電子エネルギーは、6 eV に設定されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関より排出される排ガス中の有害成分を浄化する内燃機関の排気浄化装置に関し、特にプラズマ発生装置を利用した内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、放電エネルギーを利用して排ガスを浄化する新たな排ガス浄化技術が研究されている。この技術は、例えば特開平 5-59934 号公報に記載されているように、内燃機関の排ガスが流れる流路を挟んで複数の放電部を対向配置させたプラズマ発生装置を設け、流路内で放電を発生させることで排ガスを浄化するものである。そして、内燃機関の負荷変動に対応して放電による排ガスの浄化性能を最適化するようにプラズマ発生装置への電力量を制御する制御手段を備えたことが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開平 5-59934 号公報においては、電力量を最適化するように制御する制御手段を備えたとの記載があるものの、この制御手段の具体的手法が開示されていない。また、プラズマ発生装置への電力量の制御手段によっては、排ガスを浄化するのに必要となる電子のエネルギーが不足する事態、または逆に電子のエネルギーが過剰となる事態となって、消費電力の増加や排ガス浄化性能が発揮されない状況が生じるので問題である。

【0004】本発明の目的は上記の点に鑑み、効率的に放電部へ電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置によると、排ガスの浄化に必要な化学反応を発生させる加速電子のエネルギー値に対応して、発生させる加速電子の平均電子エネルギーを所定値に設定することを特徴とする。

【0006】つまり、排ガスの浄化に必要な化学反応を発生させる加速電子のエネルギー値に対応するように、放

電部にて発生させる加速電子の平均電子エネルギーを所定値に設定することに、発明者は着目したのである。ここで、上述した平均電子エネルギー $=e \times V \times (\lambda / \text{Gap})$ として表わされ、公知である。なお、 e は放電場（対向配置させた放電部間における空間）における電子量、 V は対向配置させた放電部間（対向する各放電部の表面部間）における電圧値、 λ は電子（ e ）の平均自由行程、 Gap は対向配置させた放電部表面部間の距離を示す。

【0007】このように、放電場における各構成要素 e 、 V 、 λ 、 Gap から求まる平均電子エネルギーを考慮し、かつこの平均電子エネルギーを所定値に設定すれば、効率的に放電部へ電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置を提供できる。

【0008】本発明の請求項2記載によると、排ガスの浄化に必要な化学反応として、 O ラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足る反応エネルギーを所定値の平均電子エネルギーとなるように設定したことを特徴とする。

【0009】排ガスの浄化は、放電部に電力を加えることで発生する O ラジカルを含む複数種のラジカルが排ガス中の有害成分の酸化反応を促進させるように働くことで無害なガス成分に浄化される。つまり、排ガスの浄化に必要となる O ラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足る反応エネルギーを所定値の平均電子エネルギーとなるように設定すれば、排ガスを浄化するのに必要となる O ラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電子のエネルギーが不足する事態、または逆に O ラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電子のエネルギーが過剰となる事態が発生することが無くなる。よって、効率的に電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置を提供できる。

【0010】本発明の請求項3記載によると、放電部間の隙間寸法および放電部間に加える電圧値が設定されることで平均電子エネルギーを所定値に設定したこと特徴とする。

【0011】平均電子エネルギー $=e \times V \times (\lambda / \text{Gap})$ として表わされるので、放電部間の隙間寸法（ Gap ：対向配置させた放電部表面部間の距離）、および放電部間に加える電圧値（ V ）を調整すれば、排ガスを浄化するのに必要となる O ラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電子のエネルギーとなる平均電子エネルギーの設定を容易に所定値にできる。

【0012】本発明の請求項4記載によると、放電部の放電環境状態を示す少なくとも1つの環境情報を検知する検知手段と、所定値の平均電子エネルギーとなる放電部の環境情報と放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する記憶手段と、放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、制御手段は、検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変して所定値

の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする。

【0013】このように、放電部の放電環境状態を示す少なくとも1つの環境情報を検知する検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変して所定値の平均電子エネルギーに合せれば、放電部の放電環境状態に対応して平均電子エネルギーを所定値に合せることができる。

【0014】本発明の請求項5記載によると、検知手段の一部である放電部の温度を検知する温度検知手段と、所定値の平均電子エネルギーとなる放電部の温度と放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第1記憶手段と、放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、制御手段は、温度検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変して所定値の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする。

【0015】ここで、電子（ e ）の平均自由行程 λ は、放電部の温度の変化に応じて変化し、既定の相関関係があることが知られている。そこで、予め放電部の温度と放電部間に加える電圧値との関係データを第1記憶手段に記憶しておき、制御手段が放電部の温度を検知する温度検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変すれば、放電部の温度の変化に対応して所定値の平均電子エネルギーに合せることができる。

【0016】本発明の請求項6記載によると、検知手段の一部である放電部の圧力を検知する圧力検知手段と、所定値の平均電子エネルギーとなる放電部の圧力と放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第2記憶手段と、放電部間に加える電圧値を制御する制御手段とを備え、制御手段は、前記圧力検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変して所定値の平均電子エネルギーに合せることを特徴とする。

【0017】ここで、電子（ e ）の平均自由行程（ λ ）は、放電部の圧力の変化に応じて変化し、既定の相関関係があることが知られている。そこで、予め放電部の圧力と放電部間に加える電圧値との関係データを第2記憶手段に記憶しておき、制御手段が放電部の圧力を検知する圧力検知手段よりの信号に基づき放電部間に加える電圧値を可変すれば、放電部の圧力の変化に対応して所定値の平均電子エネルギーに合せることができる。

【0018】本発明の請求項7記載によると、所定値の平均電子エネルギーは、 5 eV （5電子ボルト）から 7 eV （7電子ボルト）の間に設定されることを特徴とする。

【0019】排ガスの浄化に必要となる O ラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足る反応エネルギーとして平均電子エネルギーを 5 eV から 7 eV の間に設定すれば、過不足なく排ガスを浄化するのに必要となる O ラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電力の設定が可能となる。

【0020】本発明の請求項8記載によると、所定値の

10

20

30

40

50

平均電子エネルギーは、6 eV（6 エレクトロン・ボルト）に設定されることを特徴とする。

【0021】排ガスの浄化に必要なラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足りる反応エネルギーとして平均電子エネルギーを6 eVに設定すれば、最も過不足なく排ガスを浄化するのに必要となるラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電力の設定が可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態である内燃機関の排気浄化装置を、図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明の内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の一例としてのディーゼルエンジンを搭載した車両に備えられる。そして、排ガスの浄化に必要な化学反応を発生させる加速電子のエネルギー値に対応するように、放電部にて発生させる加速電子の平均電子エネルギーを所定値に設定することに発明者は着目し、この平均電子エネルギーを所定値に設定することで、効率的に放電部へ電力を供給して排ガスの浄化効率を高める内燃機関の排気浄化装置である。

【0023】先ず、図6および図7を用いて、排気浄化装置の構成を説明する。図6は、本発明の一実施形態の排気浄化装置1全体を示す概略構成図である。図7は、図6中に示すプラズマ発生装置の概略構成図である。

【0024】図6に示すように排気浄化装置1は、内燃機関であるエンジン50の排気管51の途中に配置されるプラズマ発生装置2と、このプラズマ発生装置2に高周波の交流高電圧を印加する高圧電源発生部4と、プラズマ発生装置2内の放電部の温度を検知する圧力検知部10と、プラズマ発生装置2内の放電部の温度を検知する温度検知部9と、温度検知部9および圧力検知部10よりの信号に基づいて放電部への通電を制御する制御部8と、プラズマ発生装置2の排ガス下流側位置に配置した触媒付きDPF（Diesel Particulate Filter）52等により構成される。

【0025】なお、上記した温度検知部9および圧力検知部10は、放電部の放電環境状態を示す環境情報を検知する検知手段の一部であり、例えば放電部に通電した際に発生するプラズマの影響を受けずに放電部での圧力および温度を測定可能な位置に固定される。そして、高圧電源発生部4および制御部8を動作させるための電源供給は、車両のキースイッチ（IGスイッチ）11のオンによって車載バッテリー12より電源供給される構成である。なお、制御部8内には、メモリ部8aを備えており、このメモリ部8aが請求項4および請求項5に記載の第1、第2記憶手段を構成している。なお、メモリ部8aの詳細は後述する。

【0026】次に図7を用いてプラズマ発生装置2の構成を説明する。プラズマ発生装置2内には、複数の絶縁基板5が所定間隔で平行に配置され、各絶縁基板5間に排ガスが通過する偏平な流路6が形成されている。各絶

縁基板5は、耐熱性絶縁体（例えばアルミナ等のセラミック、ガラス等）で形成されている。そして、各絶縁基板5内には、それぞれ印刷導体又は導電板によって形成された放電用の電極3が埋め込まれている。この各電極3の一方に形成された接続端子部3aは、高周波の高圧交流電圧を発生する高圧電源発生装置4に接続され、他方は、グランド（アース電位）側に接続されている。なお、7は、対向配置させた放電部間における空間、つまり電極3間で挟まれる放電場を示す。

【0027】このように、排ガスが流れる流路6を挟んで各電極3を対向させて配置し、これら複数の電極3に高圧電源発生部4からの高周波の交流高電圧を印加しプラズマを発生させており、電極3および絶縁基板5が一体となって請求項1記載の放電部を構成している。そして、図7中に示すGapは、対向配置させた放電部表面部間の距離を示しており、本形態では絶縁基板5表面部間の距離を示す。

【0028】次に、温度検知部9および圧力検知部10よりの信号に基づいて放電部への通電を制御する制御部8の構成について説明する。制御部8内には、所定値の平均電子エネルギーとなる放電部の温度と放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第1記憶手段としての第1メモリ部8a、および所定値の平均電子エネルギーとなる放電部の圧力と放電部間に加える電圧値との関係データを予め記憶する第2記憶手段としての第2メモリ部8bとを備えている。

【0029】そして、制御部8は、記憶した第1メモリ部8aおよび第2メモリ部8bのデータと、温度検知部9および圧力検知部10よりの信号とから放電部間に加える電圧値を算出し、この算出結果に基づき放電部間に加える電圧値を可変して所定値の平均電子エネルギーに合せるように高圧電源発生部4に信号を発信する構成である。なお、上述した所定値の平均電子エネルギーについては、後述する。また、放電部間に加える電圧値とは、対向する放電部表面部間における電圧値を示し、本形態では対向する絶縁基板5表面部間における電圧値である。

【0030】図8は、図7中の放電部に加える電圧波形の一例を示す特性図であり、放電部表面部間に加える電圧は、Gndレベルを境に交流印加される電圧におけるGndレベルを境とした片側電圧値である。

【0031】次に、触媒付きDPF52の構成について概略説明する。触媒付きDPF52は、行止まりの入側室と、この入側室と隣合う出側室とを有し、両室の隔壁を多孔質セラミック材として排ガスを通過可能とさせるとともに、隔壁に触媒を担持させている。なお、隔壁に担持する触媒は、排ガス組成状況にあわせてNO_xを吸蔵、排出するNO_x吸蔵触媒、NO_xを排ガス中のH₂C、CO、H₂などの還元性成分によってN₂とO₂に分離する選択還元触媒、HC、CO、NO_xの3つの有害成分を同時に浄化処理する3元触媒、およびHC、CO

の有害成分を浄化処理する酸化触媒のいずれの触媒を選択するか、あるいは複数の触媒を組合わせて使用される。

【0032】次に、排ガスの浄化に必要な化学反応を発生させる加速電子のエネルギー値に対応するように、放電部にて発生させる加速電子の平均電子エネルギーを所定値に設定する考え方、方法等について以下説明する。

【0033】まず、平均電子エネルギーについて、図1、図2を用いて、説明する。図1は、平均電子エネルギーを説明する説明図である。図2は、放電場7における電子エネルギー分布を示す説明図である。図1に示すように、対向する放電部（本形態では、各絶縁基板5）の表面部間の距離としてGapが設定され、両放電部に電圧値Vの電圧が印加されている。そして、この時、両放電部に挟まれた放電場7における複数のe（電子）20a、20bは、バラツキをもった各々の自由行程 λ 1、 λ 2を有してガス分子21a、21bに衝突する。

【0034】この放電場7における平均電子エネルギーは、 $e \times V \times (\lambda / \text{Gap})$ として表わされ、公知である。なお、前式におけるeは放電場（対向配置させた放電部間における空間）における電子量、Vは対向配置させた放電部間（対向する各放電部の表面部間）に印加される電圧値、 λ は電子（e）の平均自由行程、Gapは対向配置させた放電部表面部間の距離を示す。

【0035】このように、放電場7における各構成要素e、V、 λ 、Gapから求まる平均電子エネルギーを考慮し、かつこの平均電子エネルギーを所定値に設定すれば、効率的に放電部へ電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置1となる。また、この平均電子エネルギーを5eVから7eVの間に設定することで、過不足なく排ガスを浄化するのに必要となるラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電力の設定が可能となる。本実施形態では、上述した5eVから7eVの中間値である6eV（6エレクトロン・ボルト）に設定することで最も効率よく電力を設定し、ラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる。

【0036】また、電子（e）はバラツキをもった各々の自由行程 λ 1、 λ 2を有していることから、図2に示すような電子エネルギー分布を示す。ここで、図2のグラフ横軸は、電子（e）の自由行程（ λ ）長さ違いによる電子エネルギー値の指数化表示値であり、グラフ縦軸は、横軸に対応した複数の電子（e）の自由行程長さ分布を示す度数値である。つまり、図2中の横軸1Aの箇所が平均自由行程（ λ ）を示し、この平均自由行程（ λ ）を基に算出した電子エネルギー、つまり平均電子エネルギーとして6eVに設定するのである。

【0037】ここで、平均電子エネルギーを上述した所定値の6eVとするには、図3に示すように放電部表面部間の距離（Gap）と対向する各放電部の表面部間に印

加する電圧値（V）との適合により設定できる。図3は、放電Gapと印加電圧との関係を示す特性図である。図3中の特性線（ロ）は、放電場7における所定の温度および圧力条件下での平均電子エネルギーとして6eVを満足する放電部表面部間の距離（Gap）と対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との関係を示す。

【0038】なお、電子（e）の自由行程（ λ ）は、放電場7におけるガス種、温度、および圧力等によって変化することが知られている。そこで、平均電子エネルギーを所定値の6eVとするには、図4に示すように放電場7における温度と対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との適合により設定できる。図4は、所定値の平均電子エネルギーを満足する放電場7における温度と印加電圧との関係を示す特性図である。図4中の特性線（ハ）は、放電場7における放電部表面部間の距離（Gap）設定条件下での平均電子エネルギーとして6eVを満足する放電場7における温度と対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との関係を示す。

【0039】また、図5に示すように平均電子エネルギーを所定値の6eVとするには、放電場7における圧力と対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との適合により設定できる。図5は、所定値の平均電子エネルギーを満足する放電場における圧力と印加電圧との関係を示す特性図である。図5中の特性線（ニ）は、放電場7における温度設定条件下での平均電子エネルギーとして6eVを満足する放電場7における圧力と対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との関係を示す。

【0040】上述した平均電子エネルギー6eVを満足する放電場7における温度、放電場7における圧力、および対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）との関係データを、予め制御部8内の第1メモリ部8aに3元マップデータとして格納しておく。そして、温度検知部9および圧力検知部10から制御部8へ各々信号が出力されると、制御部8内で第1メモリ部8aに格納された3元マップデータを用いて、対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値（V）を算出する。

【0041】以上のように構成した排気浄化装置1の作用について、以下説明する。エンジン50が始動されて、NO_x等のガス状汚染物質、および粒子状汚染物質（PM）等の有害成分を含んだ排ガスが排気管51を介してプラズマ発生装置2に導かれる時には、制御部8からの指令に従い高圧電源発生装置4は各流路6を挟んで対向する複数の電極3に高周波の高圧交流電圧を印加する。

【0042】この高周波の高圧交流電圧の電圧値（V）は、温度検知部9および圧力検知部10から制御部8へ各々出力される信号に基づき、制御部8内で第1メモリ部8aに格納された3元マップデータを用いて算出され

る。そして、制御部 8 は対向する各放電部の表面部間に算出された電圧値 (V) となるように高圧電源発生装置 4 に指令して、高周波の高圧交流電圧が電極 3 に印加される。

【0043】この高周波の高圧交流電圧が電極 3 に印加され、放電部間に放電が発生することにより、排ガス中の酸素分子と放電による加速電子 e とが反応し、オラジカル (O*) を含む複数種のラジカルが生成される。そして、このオラジカル (O*) 等と排ガス中の一酸化窒素 (NO) とが結合し、二酸化窒素 (NO₂) が生成される。

【0044】ここで、有害成分である排ガス中の粒子状汚染物質 (PM) の浄化は、炭素 (C) を主成分とする煤 (SOOT)、および炭化水素 (HC) を主成分とする未燃焼体 (S, O, F, ...) に大別される。この炭素 (C)、および炭化水素 (HC) と、放電により生成される二酸化窒素 (NO₂) とは、次式に示すように反応する。

【0045】煤 (SOOT) の場合は、 $C + NO_2 \rightarrow CO_2 + NO$ となり、未燃焼体 (S, O, F, ...) の場合は、 $HC + NO_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NO$ のように反応する。なお、粒子状汚染物質 (PM) と放電により生成される二酸化窒素 (NO₂) とは、低温環境下でも反応するので、排ガス温度の低いディーゼルエンジンにおいて有効である。このような反応は、プラズマ発生装置 2 とプラズマ発生装置 2 の排ガス下流側位置に配置した触媒付き DPF 32 の隔壁で発生する。

【0046】次に、有害成分であるガス状汚染物の窒素酸化物 (NO_x) の浄化作用を説明する。窒素酸化物 (NO_x) は、二酸化窒素 (NO₂) と一酸化窒素 (NO) の複合化合物であり、この窒素酸化物 (NO_x) 中の一酸化窒素 (NO)、および粒子状汚染物質 (PM) の反応過程で発生した一酸化窒素 (NO) を放電により生成されるオラジカル (O*) により酸化させて二酸化窒素 (NO₂) を生成させる。そして、二酸化窒素 (NO₂) は、次式に示すように還元反応し、無害なガス (CO₂, N₂)、および水となって排出される。なお、還元剤である炭化水素 (HC) は未燃焼成分として排ガス中に含まれている。二酸化窒素 (NO₂) の還元反応式は、 $NO_2 + HC \rightarrow N_2 + CO_2 + H_2O$ となり、無害なガスに浄化される。

【0047】このように、排ガスの浄化は、放電部に電力を加えることで発生するオラジカルを含む複数種のラジカルが排ガス中の有害成分の酸化反応を促進させるように働くことで無害なガス成分に浄化される。つまり、排ガスの浄化に必要となるオラジカルを含む複数種のラジカルの生成に足る反応エネルギーを所定値の平均電子エネルギーとなるように設定する制御部 8 を備えた排気浄化装置 1 とすることで、排ガスを浄化するのに必要となるオラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電子

のエネルギーが不足する事態、または逆にオラジカルを含む複数種のラジカルを生成させる電子のエネルギーが過剰となる事態が発生することが無くなる。よって、効率的に電力を供給して排ガスの浄化効率を高めることが可能となる内燃機関の排気浄化装置 1 を提供できる。

【0048】次に、制御部 8 が実行する放電部への通電制御の処理手順を図 9 に示すフローチャートに基づいて説明する。まず S10 (S はステップを表す) にて車両のキースイッチ (IG スイッチ) 11 のオンによりエンジン 50 が始動されると、制御部 8 が温度検知部 9 および圧力検知部 10 からの信号 (温度データおよび圧力データ) を受信する (S20)。次いで、S30 では、制御部 8 が温度検知部 9 および圧力検知部 10 から各々信号を受信し、制御部 8 内の第 1 メモリ部 8a に予め記憶した 3 元マップデータを用いて、対向する各放電部の表面部間に印加する電圧値 (V) を算出する。そして、S40 では、制御部 8 は算出された電圧値 (V) となるように高圧電源発生装置 4 に指令し、高圧電源発生装置 4 は各流路 6 を挟んで対向する複数の電極 3 に高周波の高圧交流電圧を印加し、当該処理を一端終了する。

【0049】なお、本実施形態では、電極 3 および絶縁基板 5 が一体となった放電部を示したが、電極 3 のみで放電部を構成される場合においては、対向する各電極 3 の表面部間の距離 (Gap) に印加する電圧値 (V) を考慮して平均電子エネルギーが求められる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】平均電子エネルギーを説明する説明図である。

【図 2】放電場 7 における電子エネルギー分布を示す説明図である。

【図 3】放電 Gap と印加電圧との関係を示す特性図である。

【図 4】所定値の平均電子エネルギーを満足する放電場 7 における温度と印加電圧との関係を示す特性図である。

【図 5】所定値の平均電子エネルギーを満足する放電場 7 における圧力と印加電圧との関係を示す特性図である。

【図 6】本発明の一実施形態の排気浄化装置 1 全体を示す概略構成図である。

【図 7】図 6 中に示すプラズマ発生装置 2 の概略構成図である。

【図 8】図 7 中の放電部に加える電圧波形の一例を示す特性図である。

【図 9】制御部 8 が実行する放電部への通電制御を示すフローチャートである。

【符号の説明】

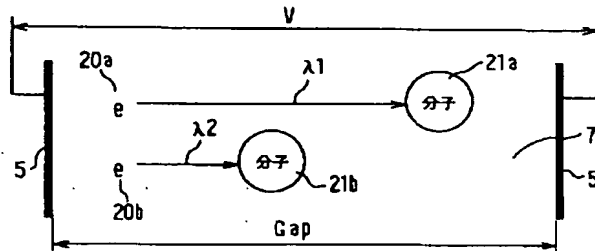
- 1 排気浄化装置
- 2 プラズマ発生装置
- 3 電極 (放電部の一部を構成)
- 5 絶縁基板 (放電部の一部を構成)
- 6 流路
- 8 制御部 (制御手段)

8 a メモリ部（第1記憶手段および第2記憶手段：記憶手段の一部を構成） * 成

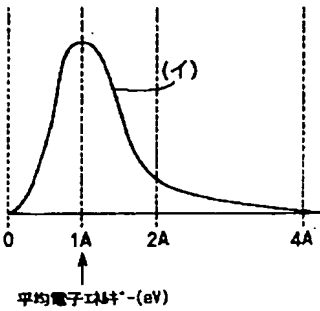
10 圧力検知部（圧力検知手段：検知手段の一部を構成）

9 温度検知部（温度検知手段：検知手段の一部を構成） * 成

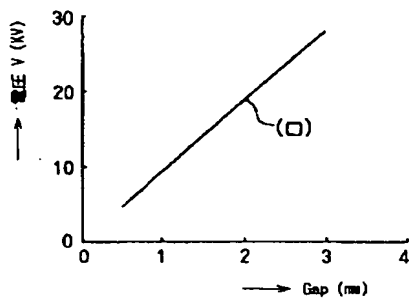
【図1】



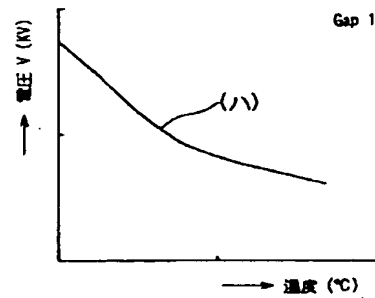
【図2】



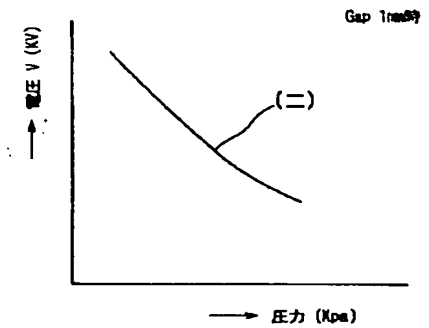
【図3】



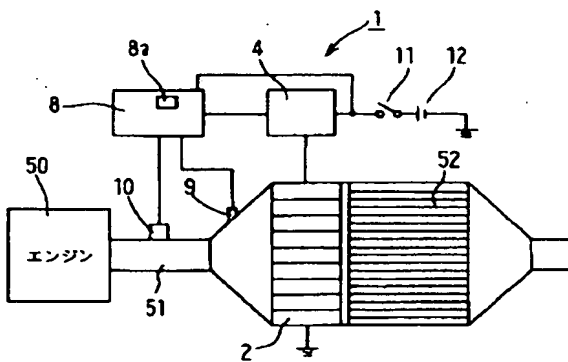
【図4】



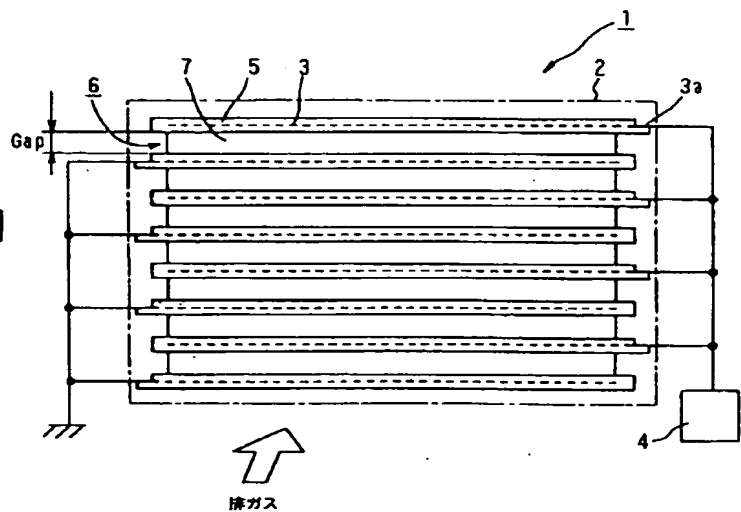
【図5】



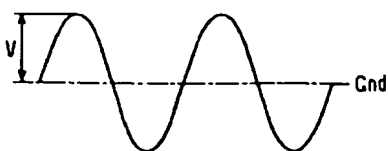
【図6】



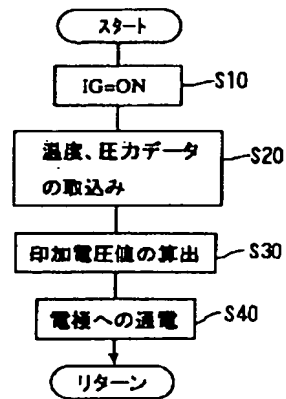
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G091 AA02 AA18 AB02 AB03 AB05
AB06 AB13 AB14 BA14 DB10
EA15 EA32 HA36
4D002 AA12 AC10 BA07 BA14 CA20
EA05 GA02 GB02 GB03 GB04
4G075 AA03 AA37 AA62 AA63 AA65
BA01 BA05 BA06 CA15 CA47
DA01 DA02 EB42 EC21 FC15